

*Н. Ю. Исаков, Н. Н. Ошканов*

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург  
worldoffice@yandex.ru

## ПАССИВНАЯ СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ АКТИВНОЙ ЗОНЫ БЫСТРОГО РЕАКТОРА С ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

*В работе изложено предложение по изменению пассивной системы аварийного охлаждения активной зоны быстрого реактора. Анализ известных систем показал, что они либо имеют активные элементы, либо элементы с движущей частью, либо расположение управляющего элемента в недоступных при эксплуатации реактора местах. Предложено расположить управляющий элемент пассивной системы на поверхности «горячего» трубопровода контура аварийного расхолаживания вместо реактора, что повышает надежность системы за счет возможности замены этого элемента при его неисправности без останова реактора.*

Ключевые слова: активная зона; быстрый реактор; пассивная система аварийного охлаждения; термопреобразователь.

*N. Y. Isakov, N. N. Oshkanov*

Ural Federal University, Ekaterinburg

## PASSIVE EMERGENCY HEAT REMOVAL SYSTEM FOR CORE OF FAST REACTOR WITH LIQUID METAL COOLANT

*The paper presents a proposal for a passive emergency cooling system for a fast reactor. Analysis of the known emergency cooling systems showed that they either have active elements, or elements with a moving part, or the location of the control element in places inaccessible during operation of the reactor. It was proposed to place the control element of the passive system on the surface of the “hot” pipeline of the emergency cooling circuit instead of the reactor, which increases the reliability of*

*the system due to the possibility of replacing this element if it fails without stopping the reactor.*

Key words: *core, fast reactor, passive emergency heat removal system, thermoconverter.*

В соответствии с [1] в проектах атомных станций должна быть предусмотрена система аварийного охлаждения активной зоны реактора, функционирующая в соответствии с принципом единичного отказа одного независимого от исходного события любого из следующих элементов систем безопасности: активного элемента или пассивного элемента, имеющего механические движущиеся части.

Анализ известных схем аварийного расхолаживания показал [2], что они либо имеют активные элементы, либо элементы с движущей частью, либо расположение управляющего элемента в недоступных при эксплуатации реактора местах, что снижает надежность системы.

На рис. 1 представлена пассивная система аварийного охлаждения активной зоны (САРХ), выполненная в соответствии с [3], с расположением управляющего элемента в реакторе.

САРХ содержит в себе контур воздушного и аварийного теплообменников и связывающих их трубопроводов с жидкометаллическим теплоносителем. Аварийный теплообменник погружен в жидкометаллический теплоноситель бака реактора, а воздушный теплообменник – в воздушном вытяжном канале. Контур системы содержит магнетогидродинамический насос, создающий расход жидкометаллического теплоносителя в контуре системы, который управляется от термопреобразователя, погруженного в теплоноситель бака реактора.

Недостатком данной схемы является расположение термопреобразователя в баке реактора, из-за чего он не может быть заменен при неисправности без останова реактора. Для устранения этого недостатка предлагается расположить термопреобразователь на поверхности «горячего» трубопровода, температура которого незначительно отличается от температуры натрия в реакторе.

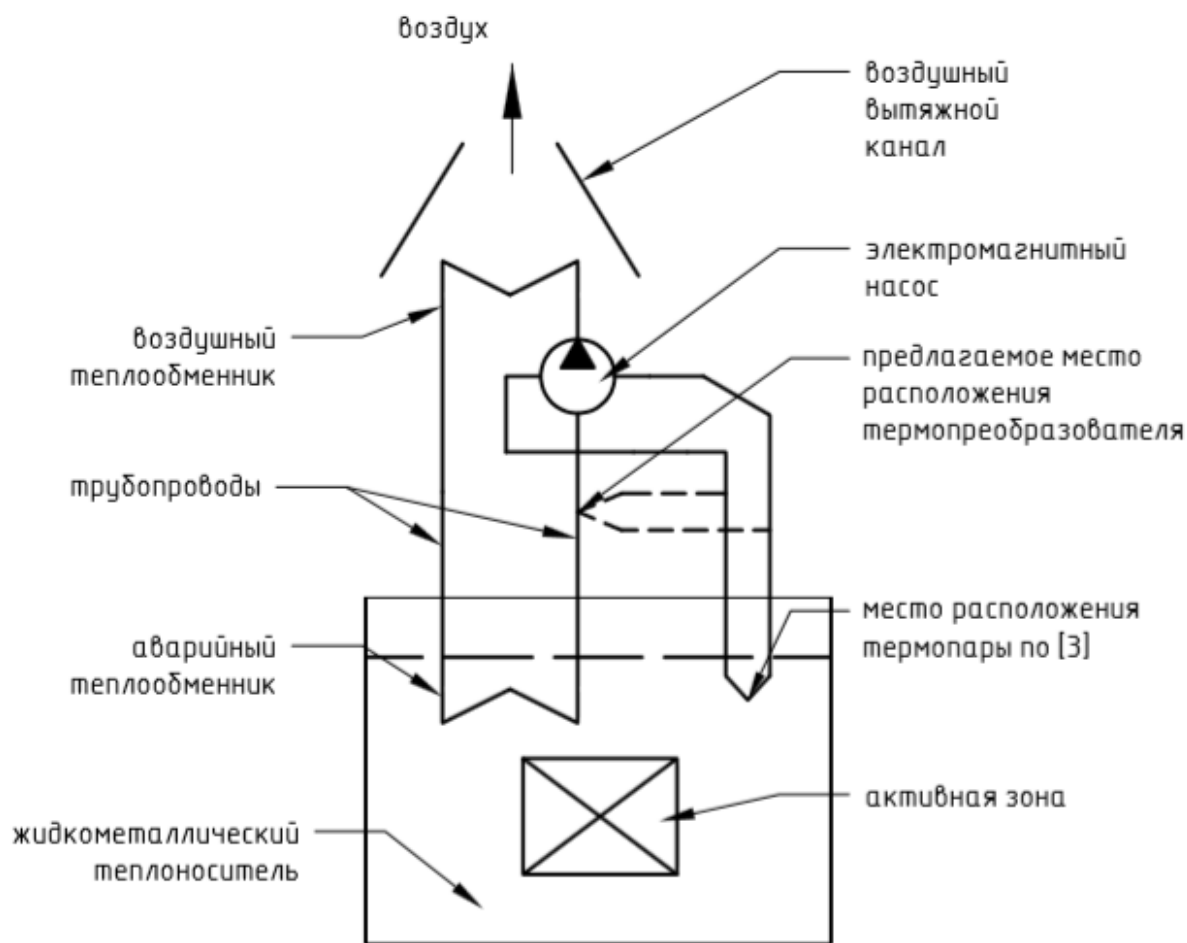


Рис. 1. Система аварийного расхолаживания реактора с термоэлектрическим преобразователем

В качестве управляющего элемента предлагается применить располагаемый на поверхности трубопровода многослойный тонкопленочный термоэлектрический преобразователь [4], «напечатанный» на гибкой основе (рис. 2) с соединением термопар, длина ветвей которых составляет порядка 0,01...1,0 микрона и которые расположены перпендикулярно тепловому потоку. Такая конструкция позволяет получить большие единичные мощности при относительно высоком КПД и обеспечить необходимые прочностные характеристики [4].

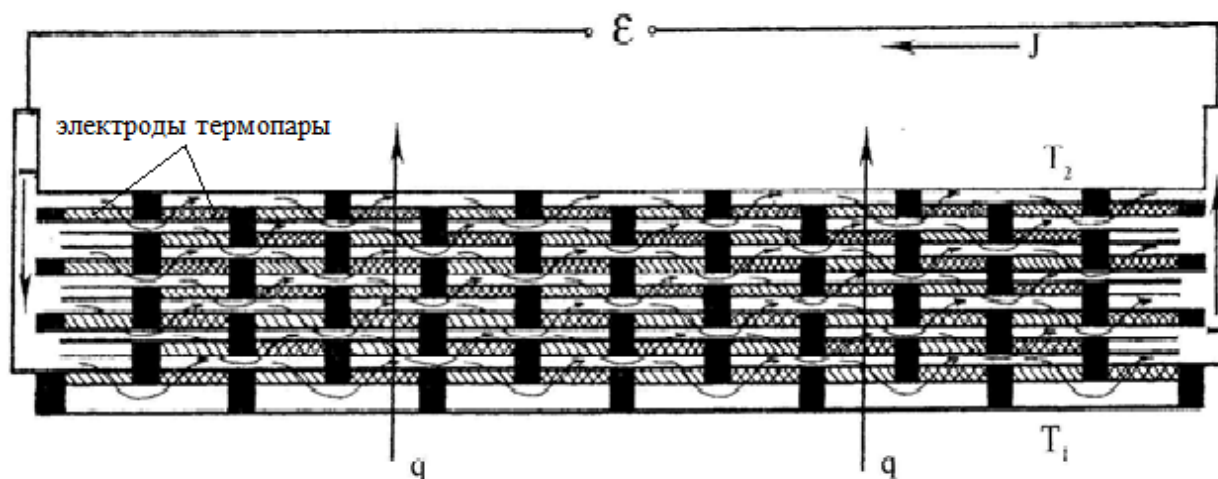


Рис. 2. Многослойная термопарная поверхность

Предложенное расположение термопреобразователя на поверхности «горячего» трубопровода позволяет устранить недостаток пассивной системы аварийного расхолаживания быстрого реактора с жидкометаллическим теплоносителем, что повышает надежность системы за счет возможности замены неисправного термопреобразователя без останова реактора.

#### Список использованных источников

1. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (НП-001-15) : Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии, утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 декабря 2015 г. № 522. [Электронный ресурс]. URL: <https://sudact.ru/law/prikaz-rostekhnadzora-ot-17122015-n-522-ob/np-001-15/> (дата обращения: 23.09.2018).
2. Системы безопасности : окончательный отчет по обоснованию безопасности энергоблока № 4 Белоярской АЭС; т. 12, кн. 1, разд. 12 / ОАО «ОКБМ Африкантов». Н. Новгород, 2013. 198 с.
3. Система аварийного теплоотвода энерговыделений активной зоны реактора на быстрых нейтронах : пат. на полезную модель RU 2 622 408 C1 / Ошканов Н. Н., Попов А. И., Щеклеин С. Е., опубл. 15.06.2017, Бюл. № 12.
4. Косарев А. В. Тонкоплёночный термоэлектрический преобразователь новой архитектуры и его работа на естественных перепадах температур возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс]. URL: <http://portalnp.ru/2014/05/8901> (дата обращения: 23.09.2018).